

Home Hemodialysis

Thanawan Wuthapanich, Adisorn Pathumarak

*Division of Nephrology, Department of Medicine, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital,
Mahidol University, Bangkok, Thailand*

Abstract

Home hemodialysis (HHD) is a patient-centered alternative to in-center hemodialysis for individuals with end-stage kidney disease (ESKD). This literature review examines the evidence and practical steps for implementing HHD. Research suggests that HHD may offer advantages over traditional in-center hemodialysis, including improved clinical outcomes, such as better blood pressure control and enhanced quality of life. The successful implementation of HHD requires careful patient selection, thorough training, and a suitable home setup. Technological advancements have increased HHD accessibility, enabling patients to manage their treatment better. However, wider adoption faces barriers, including high costs and training needs. This review highlights the potential of HHD to improve care for patients with kidney failure and discusses its role as a valuable treatment option within a comprehensive approach to ESKD management.

Keywords: ESKD; dialysis; home dialysis; frequent hemodialysis; intensive hemodialysis

Corresponding author: Thanawan Wuthapanich

Email: immildaz_z@hotmail.com

Received: 28 November 2025; Revised: 12 January 2026; Accepted: 24 January 2026

<https://doi.org/10.63555/jnst.2026.284219>



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน

ธนวรรณ วุฒาพาณิชย์, อติสร ปทุมรักษ์

สาขาวิชาโรคไต ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน (home hemodialysis) เป็นหนึ่งในทางเลือกของการบำบัดทดแทนของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย (end-stage kidney disease) จากหลักฐานการศึกษาในปัจจุบันชี้ให้เห็นว่าการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน อาจมีประโยชน์หลายประการเมื่อเทียบกับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่ศูนย์ฟอกเลือด (in-center dialysis) เช่น ควบคุมความดันโลหิตได้ดีและผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยแพทย์ผู้ดูแลต้องเลือกผู้ป่วยอย่างรอบคอบ มีการประเมินความพร้อมของผู้ดูแล รวมถึงมีการจัดระบบการฝึกอบรมการฟอกเลือดที่บ้าน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันช่วยให้ผู้ป่วยสามารถฟอกเลือดที่บ้านได้สะดวกมากขึ้น แต่ก็ยังพบว่าการฟอกเลือดที่บ้านมีอุปสรรค เช่น ต้องการผู้ดูแลที่มีความเชี่ยวชาญรวมถึงค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง บททบทวนวรรณกรรมนี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านว่าสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งของการบำบัดทดแทนไต เพื่อผลลัพธ์ในการดูแลผู้ป่วยให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การฟอกไต; การฟอกเลือด; โรคไตเรื้อรัง; ล้างไต; โรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย

บทนำ

ภาวะไตวายเรื้อรังเป็นภาวะที่พบเพิ่มมากขึ้นโดยมีผู้ป่วยมากกว่า 700 ล้านคนทั่วโลก¹ ผู้ป่วยส่วนหนึ่งที่มีภาวะไตวายเรื้อรังจะมีการดำเนินโรคไปสู่ภาวะไตวายเรื้อรังระยะสุดท้าย (end stage kidney disease) ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการบำบัดทดแทนไต (kidney replacement therapy) การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (hemodialysis) เป็นกระบวนการที่กรองของเสียและของเหลวส่วนเกินออกจากเลือดของผู้ป่วยถือเป็นหนึ่งในวิธีการหลักของการบำบัดทดแทนไตในปัจจุบัน² ซึ่งการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมส่วนใหญ่จะดำเนินการภายในศูนย์ฟอกเลือด (in-center dialysis) ผู้ป่วยต้องปฏิบัติตามตารางเวลาของการฟอกเลือด กำหนดไว้โดยศูนย์ฟอกเลือดและต้องเดินทางไปยังศูนย์ฟอกเลือดหลายครั้งต่อสัปดาห์ ปัจจุบันมีการตระหนักถึงประโยชน์ที่อาจเกิดจากการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน (home hemodialysis) ซึ่งช่วยให้ผู้ป่วยสามารถจัดการตารางการรักษาของตนเองได้ ทำให้มีความยืดหยุ่นและอิสระในการบำบัดทดแทนไตมากขึ้น

รวมถึงยังเป็นวิธีที่แพทย์ผู้ดูแลเพิ่มความถี่หรือความเข้มข้นในการฟอกเลือด (intensive hemodialysis) ได้อีกด้วย

อุบัติการณ์ของการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน (home hemodialysis) เริ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ.1960 โดย Scribner และคณะ³ และได้รับการพัฒนาให้มีความก้าวหน้ามากขึ้น เป็นหนึ่งในตัวเลือกของการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมในปัจจุบัน โดยสัดส่วนของการฟอกเลือดที่บ้านแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศและยังคงต่ำกว่าการฟอกเลือดด้วยเครื่องในศูนย์ฟอกเลือดมาก จากรายงานของ United States Renal Data System (USRDS) annual report ในปี ค.ศ.2022 มีจำนวนผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายรายใหม่ 107,735 ราย เริ่มต้นการฟอกเลือดด้วยเครื่องในศูนย์ฟอกเลือด (in-center dialysis) ร้อยละ 82.4 และมีผู้ป่วยที่เริ่มฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านร้อยละ 0.4 ของผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายรายใหม่ทั้งหมด แม้ว่าจะเป็นการเพิ่มขึ้นจาก

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: ธนวรรณ วุฒาพาณิชย์

อีเมล: immildaz_z@hotmail.com

รับบทความ: 28 พฤศจิกายน 2568; ปรับปรุงแก้ไข: 12 มกราคม 2569; รับผิดชอบพิมพ์: 24 มกราคม 2569



All material is licensed under terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC-ND 4.0) license unless otherwise stated.

ปี ค.ศ.2016 โดยคิดเป็นจำนวนผู้ป่วยเพียง 535 รายเท่านั้น⁴ และข้อมูล European renal association (ERA) registry 2021 มีผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายเพียงร้อยละ 1.3 ทั่วยุโรปที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน⁵

สำหรับการฟอกเลือดที่บ้านนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย โดยรายงานของประเทศญี่ปุ่นในปีค.ศ.2014⁶ มีผู้ป่วยทำการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านจำนวน 529 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.14 ของผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดทั้งหมด ประเทศที่มีการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านมาก ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ ข้อมูลจาก ANZDATA ปี ค.ศ.2023 ผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายรายใหม่เริ่มฟอกเลือดที่บ้านร้อยละ 2⁷ ส่วนข้อมูลของประเทศไทยจากรายงานข้อมูลการบำบัดทดแทนไตในประเทศไทยปี ค.ศ.2022 พบอุบัติการณ์การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมจำนวน 13,004 จากผู้ป่วยที่เริ่มทำการบำบัดทดแทนไตรายใหม่จำนวน 17,997 รายหรือคิดเป็นร้อยละ 72.2⁸

โดยยังไม่พบรายงานการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านอย่างเป็นทางการ

รูปแบบการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านสามารถทำได้หลายวิธี โดยแบ่งตามอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม (dialysate flow rate) หากใช้อัตราการไหลมากกว่าเท่ากับ 500 มิลลิลิตรต่อนาที จัดเป็น standard dialysate flow ซึ่งใช้เครื่องไตเทียมทั่วไป (standard hemodialysis machine) ร่วมกับระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ และอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียมน้อยกว่า 500 มิลลิลิตรต่อนาทีจัดเป็น low dialysate flow ซึ่งใช้เครื่องไตเทียมพิเศษ เช่น NxStage เป็นต้น โดยประเมินร่วมกับความถี่ (frequency) และระยะเวลา (duration) ที่ใช้ในการฟอกเลือดแต่ละครั้ง^{9,10} ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Nomenclature and prescription of home hemodialysis

Standard Dialysate Flow	Time of day	Duration (hours)	Frequency (per week)	Qb (mL/min)	Qd (mL/min)
Conventional home HD	Daytime	3–5	3–4	300–400	500–800
Short daily	Daytime	2.5–3.5	5–6	350–400	350–600
Nocturnal	Nighttime	6–8	4–6	250–350	300
Alternate night nocturnal home HD	Nighttime	6–8	3–4	250–350	300–500
Low Dialysate Flow	Time of day	Duration (hours)	Frequency (per week)	Qb (mL/min)	Qd (mL/min)
Short daily	Daytime	2–4	5–6	300–400	90–300
Nocturnal	Nighttime	6–8	4–6	300–350	83–166

HD, hemodialysis; Qd, dialysate flow; Qb, blood flow rate

การเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสม

เป็นการตัดสินใจร่วมกันของผู้ป่วยและผู้ดูแล โดยมีแพทย์เป็นผู้ให้คำแนะนำถึงรูปแบบของการบำบัดทดแทนไต รูปแบบต่างๆ ทั้งการล้างไตทางช่องท้อง (peritoneal dialysis) การฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน การปลูกถ่ายไต (kidney transplant) รวมถึงการดูแลแบบประคับประคอง (palliative care) จากคำแนะนำ Kidney Disease: Improving Global Outcomes KDIGO Controversies

Conference¹¹ แนะนำให้ประเมินปัจจัยของการฟอกเลือดที่บ้านดังต่อไปนี้

- ความเหมาะสมของผู้ป่วย (Individual factors) เช่น ผู้ป่วยและผู้ดูแลมีแรงจูงใจและความสามารถในการเรียนรู้วิธีการฟอกเลือดที่บ้าน สามารถดูแลค่าใช้จ่ายจากการฟอกเลือดได้ ผู้ดูแลมีความพร้อม ความเหมาะสมของที่อยู่อาศัยควรมีพื้นที่สำหรับการจัดเก็บและจัดวางอุปกรณ์ ที่อยู่อาศัยสะอาดถูกสุขลักษณะ รวมทั้งมีระบบน้ำและไฟฟ้าที่รองรับการฟอกเลือดที่บ้าน

- **ความพร้อมของผู้ให้การรักษา (Facility factors)** เช่น มีระบบการฝึกอบรมการฟอกเลือดด้วยเครื่องที่บ้าน มีระบบการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการใช้ฟอกเลือดที่บ้านให้แก่ผู้ป่วย มีระบบการติดตามการรักษา (monitoring) มีการตรวจสภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟอกเลือดอย่างต่อเนื่อง

- **ระบบบริการสุขภาพ (Healthcare system factors)** เช่น มีระบบการเบิกค่ารักษาพยาบาลที่ครอบคลุมการฟอกเลือดที่บ้านหรือไม่ ผู้ให้บริการการฟอกเลือด แพทย์หรือสถานพยาบาลที่รับผิดชอบดูแลผู้ป่วย

ข้อห้ามสำหรับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน (Contraindications)

Tennankore K และคณะ ได้นำเสนอข้อบ่งชี้ที่ไม่เหมาะต่อการฟอกเลือดแบบเข้มข้นด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน (intensive home hemodialysis) ได้แก่ ไม่มีเส้นสำหรับการฟอกเลือดที่เหมาะสม (vascular access)¹² โดยเส้น arteriovenous fistula เหมาะสมสำหรับการใช้ทำการฟอกเลือดที่บ้านมากกว่า central venous catheter^{13,14} ทั้งนี้ดูความเหมาะสมเป็นรายไป พิจารณาตามความเหมาะสมของเส้นเลือดของผู้ป่วยและความถี่ของการใช้เส้นเลือดผู้ป่วยที่มีปัญหาทางจิตเวชที่ยังควบคุมไม่ได้ (uncontrolled psychosis)¹² ขาดผู้ดูแล (caregiver) ในกรณีที่ผู้ป่วยช่วยเหลือตัวเองไม่ได้¹² และมีข้อห้ามในการใช้ยาต้านการแข็งตัวของเลือด¹⁵

เครื่องฟอกเลือด

ปัจจุบัน US FDA อนุมัติการใช้ Home HD Machine แบ่งตามลักษณะการใช้งาน¹⁶ โดยเครื่องที่ใช้งานด้วย standard dialysate flow ได้แก่ Fresenius 2008K@Home และเครื่องที่ใช้สำหรับ low dialysate flow ได้แก่ NxStage, Tablo, DIMI RRT system และ Quanta SC+

ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์

ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยที่จะฟอกเลือดที่บ้าน โดยหากเป็นการฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis หรือมีการใช้เครื่องฟอกเลือดที่มี standard dialysate flow เช่น Fresenius 2008K@Home จำเป็นต้องมีการผลิตน้ำบริสุทธิ์ที่เหมือนกับการผลิตน้ำบริสุทธิ์

สำหรับการฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดซึ่งต้องติดตั้งระบบผลิตน้ำ (water purification system) หรือใช้เครื่อง portable reverse osmosis (R.O.)¹⁷ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกต่อการฟอกเลือดที่บ้าน ปัจจุบันเครื่องฟอกเลือดที่เป็นระบบ low dialysate flow เช่น NxStage, DIMI RRT system หรือ Quanta SC+ ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ขนาดเล็กและขนย้ายได้สะดวก มีชุดสายส่งเลือดที่ประกอบได้ง่ายแบบใช้ครั้งเดียว สามารถเข้าได้กับตัวกรองเลือดทั่วไป และ commercial dialysate ที่มีส่วนผสมของอิเล็กโทรไลต์และบัฟเฟอร์ที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของน้ำยาไตเทียม¹⁸ จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ระบบผลิตน้ำบริสุทธิ์ (ตารางที่ 2)

การสั่งการรักษา (Prescription)

การสั่งการรักษาของฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านสามารถทำได้หลายวิธี เนื่องจากผู้ป่วยแต่ละรายมีลักษณะความต้องการไม่เหมือนกัน จุดเด่นของการฟอกเลือดที่บ้านคือ สามารถปรับคำสั่งให้เหมาะสมกับความต้องการและความจำเป็นในการฟอกเลือดของผู้ป่วยได้¹⁹ ในรายที่มีข้อจำกัดด้านการทำงานระหว่างวันก็สามารถเลือกการฟอกเลือดที่บ้านชนิด nocturnal hemodialysis ซึ่งไม่กระทบกับเวลาการทำงาน หรือเลือกชนิด short daily เพื่อให้มีอิสระในการรับประทานอาหารและน้ำมากขึ้นเนื่องจากสามารถฟอกเลือดได้ต่อเนื่องเกือบทุกวัน¹⁶ โดยคำสั่งการรักษาของฟอกเลือดที่บ้าน แสดงตามช่วงเวลาของวันที่ทำการฟอกเลือด (time of day) ความถี่ของการฟอกเลือดต่อสัปดาห์ (frequency) และระยะเวลาในการฟอกเลือด (duration) ดังแสดงในตารางที่ 2 และอ้างอิงจากคำแนะนำของ KDOQI HD adequacy guideline 2015¹⁰ ให้คำแนะนำไว้สำหรับการฟอกเลือดที่บ้านในชนิดที่เป็น home long hemodialysis ไว้เป็นทางเลือกแก่ผู้ป่วยเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้ชีวิต (life style consideration) โดยแนะนำให้ทำการฟอกเลือด 3-6 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6-8 ชั่วโมงต่อครั้ง และแพทย์ผู้ดูแลต้องแนะนำความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการฟอกเลือดชนิดนี้ได้แก่ ผลกระทบต่อเส้นฟอกเลือด ความเหนื่อยล้าของผู้ดูแล และอาจจะมีการลดลงของการทำงานของไตที่เหลืออยู่ (residual kidney function) อย่างรวดเร็ว

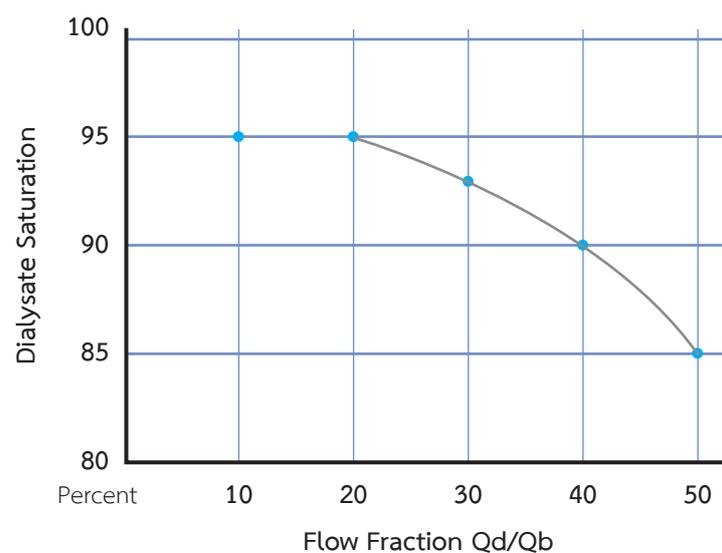
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของเครื่องไตเทียมชนิด low dialysate flow และ standard dialysate flow

Hemodialysis machine	Low dialysate flow	Standard dialysate flow
Suitable mode	Home hemodialysis	In-center hemodialysis
Height	13.5 – 22.7 inches	50 – 55 inches
Blood flow rate	200 – 500 ml/min	200 – 500 ml/min
Dialysis time	2 – 4 hours	3 – 12 hours
Max ultrafiltration	13 ml/kg/hour	4 Liter/hour
User interface	Touch screen, easy to use	Buttons and touchscreen
Water supply	Commercially sterilized dialysate	Reverse Osmosis water
Transportability	Portable with a storage box	Movable by wheels
Alarm	Automated	Built-in
Bloodline	Single-use cassette	Require setup
Dialyzer	Compatible with most dialyzers	Compatible with most dialyzers

การสั่งการรักษาสำหรับ low dialysate flow

ข้อแตกต่างของคำสั่งการรักษาของการฟอกเลือดที่บ้านด้วยเครื่องชนิด low dialysate flow คือ อัตราการไหลของน้ำยาไตเทียมที่จำกัดโดยมักไม่มากกว่า 300 มิลลิลิตรต่อนาที ความสามารถในการแลกเปลี่ยนของเสียหรือยูเรียระหว่างเลือดและน้ำยาไตเทียมแปรผันตามร้อยละของระดับความอิ่มตัวของยูเรียในน้ำยาล้างไต (dialysate saturation of urea)¹⁷ ซึ่งเป็น

ผลมาจากอัตราส่วนของอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม (Q_d) ต่อเลือด (Q_b) ในระบบการฟอกเลือดด้วยเครื่อง Nxstage เรียกอัตราส่วนนี้ว่า flow fraction (FF) ยิ่ง FF มีค่ามาก ระดับความอิ่มตัวของยูเรียในน้ำยาล้างไตจะมีค่าน้อยและในทางกลับกัน ยิ่ง FF มีค่าน้อย ระดับความอิ่มตัวของยูเรียในน้ำยาล้างไตจะมีค่ามาก โดยทั่วไปกำหนดให้ FF เท่ากับร้อยละ 40 เพื่อให้ได้ค่าระดับความอิ่มตัวของยูเรียที่ประมาณร้อยละ 90 ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอิ่มตัวของยูเรีย (dialysate saturation) กับ flow fraction ดัดแปลงจาก Glickman JD, et al.¹⁸ Q_d , dialysate flow; Q_b , blood flow rate

โดยการคำนวณเริ่มจากหาปริมาณของน้ำยาไตเทียม (dialysate volume) ที่ใช้ต่อรอบการฟอกเลือดซึ่งคำนวณได้จากสมการดังแสดงในรูปที่ 2¹⁸ แทนค่า Kt/V เป็นค่า single pool เพื่อให้ได้ค่าเป้าหมาย Kt/V (standard Kt/V) มากกว่า 2.0 เช่น หากทำการฟอกเลือด 5 ครั้งต่อสัปดาห์ single pool Kt/V

จะเท่ากับ 0.6 ดังแสดงใน รูปที่ 3¹⁷, volume of distribution หรือปริมาตรกระจายตัวของยูเรียคำนวณได้จากสูตรของ Watson¹⁹ และหาค่าด้วย dialysate saturation จากรูปที่ 1 ในที่นี้กำหนดให้ 0.9 คือ มีร้อยละของระดับความอิ่มตัวของยูเรียต่อเลือดเท่ากับ 90

$$Kt/V_{urea} = \frac{D/P_{urea} \times \text{Dialysate volume}}{\text{Volume of distribution}_{urea}}$$

$$Kt/V_{urea} \times \text{Volume of distribution}_{urea} = D/P_{urea} \times \text{Dialysate volume}$$

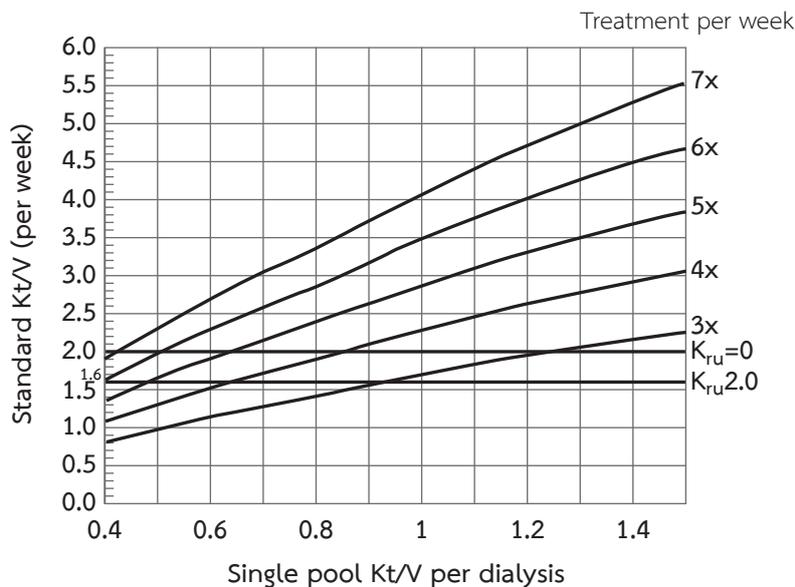
$$\text{Dialysate volume} = \frac{Kt/V_{urea} \times \text{Volume of distribution}_{urea}}{D/P_{urea}}$$

For 60-kg female patient, will perform home hemodialysis 5 times a week ;

$$\text{Dialysate volume} = \frac{Kt/V_{urea} \times \text{Volume of distribution}_{urea}}{D/P_{urea}}$$

$$\text{Dialysate volume} = \frac{0.6 \times 30}{0.9} = 20 \text{ Litre}$$

รูปที่ 2 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณของน้ำยาไตเทียม (dialysate volume)



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง single pool Kt/V กับจำนวนวันที่ฟอกเลือดต่อสัปดาห์ เพื่อให้ได้ค่า standard Kt/V มากกว่า 2.0

จากตัวอย่างเมื่อคำนวณแล้วจะได้ปริมาณน้ำยาไตเทียมที่ต้องใช้เพื่อจะทำให้ได้ค่า standard Kt/V 2.0 อยู่ที่ 20 ลิตรต่อรอบ (รูปที่ 2) อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำยาไตเทียมที่ต้องใช้จริงต่อรอบจะมากกว่าที่คำนวณได้ประมาณ 3 ลิตร เนื่องจากต้องหักปริมาณน้ำที่ใช้ในการหล่อสายส่งเลือด (priming volume) และปริมาณที่ใช้ในกรณีฉุกเฉิน (safety volume)

ในลำดับถัดไปคือการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม (Qd) และระยะเวลาที่ต้องใช้ในการฟอกเลือดในแต่ละรอบ (treatment time) ดังแสดงในรูปที่ 4 โดย Qd สัมพันธ์กับระดับ

ความอิ่มตัวของยูเรียต่อเลือด ซึ่งเท่ากับ 90 เมื่อเทียบกับรูปที่ 1 ทำให้ได้ค่า flow fraction (FF) เท่ากับร้อยละ 40 ดังนั้นหากกำหนดให้อัตราการไหลของเลือด (Qb) เท่ากับ 400 มิลลิลิตรต่อนาที จะได้ค่าอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม (Qd) เท่ากับ 160 มิลลิลิตรต่อนาที

ลำดับสุดท้ายคือการคำนวณเวลาที่ใช้ต่อรอบซึ่งได้จากการนำปริมาณน้ำยาไตเทียมที่คำนวณได้ 20 ลิตร จากขั้นตอนแรกมาหารด้วยอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม ทำให้ได้เวลาที่ใช้ต่อการฟอกหนึ่งรอบ (ตามรูปที่ 4)

$$\text{Flow fraction} = \frac{Q_d}{Q_b}$$

$$0.4 = \frac{Q_d}{400}$$

$$Q_d = 0.4 \times 400 = 160 \text{ mL/min}$$

For 60-kg female patient, will perform home hemodialysis
5 times a week with dialysate volume 20 L

$$\text{Treatment Time} = \frac{\text{Dialysate volume}}{Q_d}$$

$$\text{Treatment Time} = \frac{20,000}{160} = 125 \text{ min}$$

รูปที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณอัตราการไหลของน้ำยาไตเทียม (Qd) และระยะเวลาที่ต้องใช้ในการฟอกเลือด

ประโยชน์จากการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ที่บ้านเปรียบเทียบกับฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด

การควบคุมความดันโลหิต

ความดันโลหิตที่สูงที่สุดที่ควบคุมได้ยากในผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายมักเป็นผลมาจากภาวะน้ำเกิน²⁰ โดยการฟอกเลือดที่บ้านชนิดที่เพิ่มความถี่หรือความเข้มข้นในการฟอกเลือด (intensive hemodialysis) อาจทำให้สามารถขจัดน้ำส่วนเกินได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาของ Fagugli และคณะ²¹ ในผู้ป่วย 12 รายพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดที่บ้านชนิด short daily hemodialysis โดยฟอกเลือด 6 ครั้งต่อสัปดาห์ วันละ 3 ชั่วโมง พบว่ามีการลดลงของความดันโลหิตที่ 6 เดือนหลังเริ่มการศึกษาได้ดีกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ในศูนย์ฟอกเลือด และสามารถลดการใช้ยาลดความดันโลหิต ได้มากถึง 7 ราย ($p < 0.01$) และจากการศึกษา The Frequent Hemodialysis Network (FHN) Nocturnal ของ Rocco และคณะ²² ซึ่งทำการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุมในผู้ป่วย 87 รายติดตามผลการรักษาที่ 12 เดือน พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย pre-dialysis systolic blood pressure (BP) ในกลุ่มฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านชนิด nocturnal HD 6 ครั้งต่อสัปดาห์ กับกลุ่มฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด เท่ากับ - 9.7 มิลลิเมตรปรอท (- 16.9, - 2.5) ($p = 0.009$)

การควบคุมระดับฟอสฟอรัส

ข้อมูลจาก Culleton และคณะ²³ รวมถึง FHN nocturnal ของ Rocco และคณะ²² ในผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยวิธี frequent nocturnal hemodialysis สามารถช่วยลดระดับฟอสฟอรัสเมื่อเทียบกับการฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis ซึ่งทำการฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังช่วยลดการใช้ยาจับฟอสเฟต (phosphate binder) ได้มากถึง 19 ราย จากผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยวิธี frequent nocturnal hemodialysis ทั้งหมด 26 ราย ($p < 0.001$)²³

อัตราการนอนโรงพยาบาล

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านอาจส่งผลลดอัตราการ

นอนโรงพยาบาลของผู้ป่วย เนื่องจากผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมักมีโรคร่วมทางหัวใจและหลอดเลือด จากการศึกษาของ Chertow และคณะ²⁴ พบว่าการฟอกเลือดชนิด frequent hemodialysis มีผลช่วยลด systolic BP และมีพบว่ามีอัตราการลดลงของความหนาของหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricular mass) ซึ่งอาจส่งผลช่วยลดอัตราการนอนโรงพยาบาลของผู้ป่วยจากภาวะทางหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้เมื่อผู้ป่วยทำการฟอกเลือดที่บ้านไม่ต้องเดินทางไปฟอกเลือด อาจช่วยลดโอกาสการติดเชื้อจากศูนย์ฟอกเลือดหรือโรงพยาบาลได้ แต่จากการศึกษาของ Weinhandl และคณะ²⁵ เก็บข้อมูลจากUSRDS ในผู้ป่วยที่ฟอกเลือดที่บ้านชนิด daily hemodialysis จำนวน 5 - 6 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 3,480 ราย เปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 17,400 ราย พบว่าการ ฟอกเลือดที่บ้านชนิด daily hemodialysis มีความสัมพันธ์ช่วยลดอัตราการนอนโรงพยาบาลที่มีสาเหตุมาจากภาวะทางหัวใจและหลอดเลือดได้ hazard ratio 0.89 (95% CI, 0.86-0.93) สิ่งที่น่าสนใจจากการศึกษานี้ คือ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอัตราการนอนโรงพยาบาลที่มีสาเหตุมาจาก vascular dysfunction ที่ hazard ratio 1.01 (95% CI, 0.93-1.09) โดยสรุปจากการศึกษานี้ ยังไม่พบความสัมพันธ์ในการช่วยลด all-cause admission จากการฟอกเลือดที่บ้าน

ในช่วงสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 Perl และคณะ²⁶ ได้เก็บข้อมูลของผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดที่บ้าน ในประเทศแคนาดา ทั้งหมด 3,622 ราย โดยเป็นผู้ป่วยล้างไตทางช่องท้องจำนวน 2,853 ราย และเป็นผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านจำนวน 769 ราย เปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด พบการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 น้อยกว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดที่บ้าน adjusted rate ratio 0.57 (95% CI, 0.39-0.83) และอัตราการนอนโรงพยาบาลจากการติดเชื้อน้อยกว่าที่ adjusted rate ratio 0.57 (95% CI, 0.40-0.81) โดยไม่พบความสัมพันธ์ของการลดลงของอัตราการเสียชีวิต อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดที่บ้านได้รับการตรวจเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

น้อยกว่าผู้ป่วยที่ฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด adjusted rate ratio 0.37 (95% CI, 0.35-0.38)

อัตราการรอดชีวิต

อัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยมักเป็นผลจากโรคร่วม (comorbidity) และภาวะเปราะบาง (frailty) ของตัวผู้ป่วยมากกว่าชนิดของการฟอกเลือด¹¹ การศึกษาเรื่องอัตราการรอดชีวิต (survival) ของผู้ป่วยที่ฟอกเลือดที่บ้านมีผลการศึกษาที่หลากหลาย จากการศึกษาของ Johansen และคณะ²⁷ เก็บข้อมูลจากUSRDS พบว่าการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านรวมชนิดที่เป็น nocturnal hemodialysis มีผลสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟอกเลือดชนิด conventional hemodialysis ในศูนย์ฟอกเลือดที่ hazard ratio 0.36 (95% CI, 0.22-0.61) แต่จากการศึกษาเดียวกันนี้ ไม่พบความสัมพันธ์ในการลดอัตราการเสียชีวิตของกลุ่มที่ทำฟอกเลือดที่บ้านชนิด short daily hemodialysis ที่ hazard ratio 0.64 (95% CI, 0.31-1.31) เช่นเดียวกับผลการศึกษา FHN nocturnal ของ Rocco และคณะ²² ที่ไม่พบว่า nocturnal hemodialysis สามารถช่วยลดอัตราการเสียชีวิตเมื่อเทียบกับการฟอกเลือดชนิด conventional hemodialysis ในศูนย์ฟอกเลือด

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านโดยเฉพาะการทำ frequent hemodialysis มีแนวโน้มที่จะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยได้ เช่นเดียวกับการศึกษาชนิด meta-analysis ของ Cheetham และคณะ²⁸ รวบรวมข้อมูลจาก 9 การศึกษา พบว่ามีแนวโน้มช่วยลด all-cause death ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า relative risk 0.80 (0.67-0.95) แต่เนื่องจากการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเชิงสังเกต (observational study) ผู้ป่วยในแต่ละการศึกษามีความหลากหลาย และมีปริมาณปัสสาวะคงเหลือ (residual kidney function) ที่ไม่เท่ากัน รวมทั้งมีค่าสังการรักษาของการฟอกเลือดที่บ้านแตกต่างกันไปในแต่ละการศึกษา จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านประโยชน์ของการเพิ่มอัตราการรอดชีวิต (survival benefit) จากการทำฟอกเลือดที่บ้าน หรือ การทำ frequent hemodialysis ต่อไป

ภาวะแทรกซ้อน (Complications)

ภาวะแทรกซ้อนของเส้นฟอกเลือด (Vascular access complication)

ข้อมูลในผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดที่บ้านชนิด frequent hemodialysis จำเป็นต้องมีการใช้งานเส้นเลือดบ่อยกว่าผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis อ้างอิงจากการศึกษา FHN nocturnal²⁹ ซึ่งเป็นการศึกษาในผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดชนิด frequent hemodialysis มีการใช้ arteriovenous

fistula ร้อยละ 53 ผลการศึกษาพบว่า มีแนวโน้มของการเกิด first vascular event เร็วขึ้นเมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ทำการฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis ที่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ hazard ratio 1.81 (95% CI, 0.94-3.48; p=0.076)

การลดลงของการทำงานของไตที่เหลืออยู่ (Decline of residual kidney function)

ข้อมูลจากการศึกษา FHN nocturnal ของ Daugirdas และคณะ³⁰ ในผู้ป่วยฟอกเลือดที่บ้านชนิด nocturnal hemodialysis ที่ 6 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 87 ราย ที่ตั้งต้นของการศึกษาผู้ป่วยมีปัสสาวะคงเหลืออยู่ทั้งสิ้น 63 ราย ค่าปริมาณปัสสาวะเฉลี่ย 760 มิลลิลิตรต่อวัน ติดตามไป 4 เดือน ผู้ป่วยในกลุ่มที่ฟอกเลือดด้วยวิธี nocturnal home hemodialysis มีปัสสาวะหายไป (anuria) ร้อยละ 52 เปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis ซึ่งทำการฟอกเลือด 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่ามีภาวะ anuria เพียงร้อยละ 18 (p=0.015) และที่ 12 เดือนหลังเริ่มการศึกษา กลุ่ม nocturnal home hemodialysis มีภาวะ anuria ร้อยละ 67 เปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยที่ฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis มีภาวะ anuria เพียงร้อยละ 36 (p=0.06)

อุปสรรคและความท้าทาย

ความเหนื่อยล้าของผู้ดูแล

ในผู้ป่วยที่ต้องพึ่งพาผู้ดูแลเพื่อช่วยในการฟอกเลือด อาจนำไปสู่ความกังวลให้แก่ผู้ดูแลหรือสมาชิกในครอบครัว ปัจจัยเหล่านี้ อาจส่งผลให้ผู้ป่วยต้องหยุดการรักษาด้วยวิธีการฟอกเลือดที่บ้านซึ่งนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์ได้³¹ จากการศึกษาของ Suri และคณะ³² สสำรวจผู้ดูแลของผู้ป่วยกลุ่ม FHN nocturnal โดยการทำแบบทดสอบ Cousineau perceived burden scale พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของ burden scale ที่ 12 เดือนหลังเริ่มการฟอกเลือดที่บ้าน ซึ่งมากกว่ากลุ่ม conventional hemodialysis ที่ฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดโดยมีค่า relative difference 9.4 (95% CI, 0.55-18.3; p=0.04) ทั้งนี้ความแตกต่างของคะแนนประเมินความเหนื่อยล้าของผู้ดูแล (caregiver burden) อาจแตกต่างกันไปตามลักษณะของผู้ป่วย ความถี่ในการฟอกเลือด จำนวนครั้งต่อสัปดาห์ โดยทางทีมแพทย์ผู้ดูแลสามารถดูแลปัญหานี้ได้ด้วยการพัฒนาระบบติดตาม (monitoring) รวมทั้งจัดการให้มีการฟอกเลือดเสริมในศูนย์ฟอกเลือดได้เมื่อมีความจำเป็น¹⁷

ความต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิดจากบุคลากรทางการแพทย์

การฟอกเลือดที่บ้านมีข้อได้เปรียบกว่าการฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือด คือผู้ป่วยมีเวลาเป็นส่วนตัวมากขึ้น จัดสรรเวลาในการฟอกเลือดให้เข้ากับวิถีชีวิตได้ดียิ่งขึ้น แต่ในทางกลับกัน

จากการศึกษาด้วยวิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) ของ Walker และคณะ³³ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจาก 24 การศึกษา พบว่าในผู้ป่วยและผู้ดูแลที่เริ่มต้นใช้วิธีการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้าน มีความกังวลเรื่องที่ไม่สามารถติดต่อทีมผู้ดูแลเพื่อขอคำแนะนำได้เมื่อต้องการ ทีมแพทย์ผู้ดูแลมีส่วนสำคัญในการดูแลปัญหานี้ โดยเน้นให้ความรู้และฝึกอบรม (training program) วิธีฟอกเลือดที่บ้านกับผู้ป่วยและญาติก่อนจะเริ่มการฟอกเลือด³³ โดยส่วนมากใช้เวลาในการฝึกอบรม 4 – 6 สัปดาห์³⁴ รวมถึงควรจัดให้มีระบบการเยี่ยมบ้านภายหลังจากที่เริ่มฟอกเลือดแล้ว

ค่าใช้จ่ายสูง

ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการฟอกเลือดที่บ้านนั้นแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ โดยมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรหรืออุปกรณ์ที่ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับวิธีการของการฟอก รวมถึงค่าแรงบุคลากรทางการแพทย์ เช่น พยาบาลในการเปิดเส้นเลือดฝาดติดตามอาการระหว่างฟอกเลือด ข้อมูลจากระบบ Medicare ของประเทศสหรัฐอเมริกา³⁴ พบว่าส่วนใหญ่ของกลุ่มผู้ป่วยที่ฟอกเลือดที่บ้านมักมีอายุน้อย และสิทธิเบิกค่ารักษาไม่ครอบคลุมด้วยระบบเบิกจ่ายกลางของรัฐบาลทั้งหมด จึงต้องใช้การเบิกค่ารักษาด้วยระบบประกันสุขภาพเอกชนร่วมด้วย โดยในปี ค.ศ.2012 พบว่าค่าใช้จ่ายในการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านสูงกว่าวิธีการฟอกเลือดในศูนย์และการล้างไตหน้าห้อง โดยการฟอกเลือดที่บ้านมีค่าใช้จ่ายโดยประมาณ 48,648 ถึง 59,179 เหรียญ (USD) ต่อปี ทั้งนี้ยังไม่รวมค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาที่ต้องใช้ระหว่างการฟอก

ผลจากการนำไปใช้จริงทางคลินิก (Clinical Implications)

นอกเหนือจากความสะดวกแล้ว ในผู้ป่วยหญิงตั้งครรภ์ซึ่งแนะนำให้ติดตามค่า blood urea nitrogen (BUN) กลางสัปดาห์ให้มีค่าน้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร³⁵ เพื่อประโยชน์ในการลดอัตราการเกิดการตายปริกำเนิด (perinatal death) และลดการคลอดก่อนกำหนด (extreme preterm birth) จากคำแนะนำของ KDOQI¹⁰ แนะนำให้ฟอกเลือดด้วยวิธี long frequent hemodialysis โดยสามารถเลือกระหว่างการฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดหรือฟอกเลือดที่บ้านก็ได้ จากการศึกษาของ Barua และคณะ³⁶ เก็บข้อมูลจากหญิงตั้งครรภ์ 5 รายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยวิธี conventional hemodialysis อยู่เดิม เปลี่ยนไปฟอกเลือดด้วยวิธี nocturnal home hemodialysis ทั้งนี้ที่วินิจฉัยว่ามีอาการตั้งครรภ์ โดยผู้ป่วยคลอดทารกที่อายุครรภ์เฉลี่ย 36.2±3 สัปดาห์ และมีการคลอดก่อน 32 สัปดาห์เพียง 1 ราย และข้อมูลของ Hladunewich และคณะ³⁷ เปรียบเทียบผลของการทำ intensive hemodialysis ในผู้ป่วยหญิงตั้งครรภ์ในประเทศแคนาดาที่ฟอกเลือดเฉลี่ย 42±7 ชั่วโมงต่อสัปดาห์โดยเทคนิค nocturnal home hemodialysis เป็นหลัก เทียบกับข้อมูลของสหรัฐอเมริกาที่ฟอกเลือดเฉลี่ย 17±5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ พบความแตกต่างของอัตราการเกิดรอด (live birth) อย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 86.4 และ 61.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีรายงานผู้ป่วย (case report) ที่นำการฟอกเลือดที่บ้านด้วย low dialysate flow มาใช้ในหญิงตั้งครรภ์ได้สำเร็จอีกด้วย^{38,39}

ตารางที่ 3 ได้สรุปข้อดี ข้อด้อย อุปสรรค และ โอกาส ของ home hemodialysis

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ SWOT analysis ของ home hemodialysis แบบ low dialysate flow

Strengths	Weaknesses
Greater flexibility in treatment scheduling Improved blood pressure control Better phosphate control Reduced travel burden and time commitment Ability to individualize and personalize dialysis prescriptions Well-suited for intensive hemodialysis regimens	Requires substantial patient and caregiver training Physical distance from healthcare providers Higher upfront and maintenance costs Limited to carefully selected patients Risk of vascular access complications
Opportunities	Threats
Advances in home hemodialysis machine technology Growing population of immobilized patients with ESKD Overcrowding or limited accessibility of in-center hemodialysis units Unfavorable travel conditions (e.g., air pollution, traffic congestion) Reduced exposure risk during infectious disease outbreaks in dialysis centers Integration of telemedicine for monitoring and support	Uncertain patient adherence to treatment protocols Reimbursement and insurance coverage challenges Technical difficulty with cannulation Potential for life-threatening complications at home Increased caregiver burden Concerns regarding home hygiene and infection control

สรุป

การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านแม้จะยังไม่เป็นที่แพร่หลายในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทย แต่ด้วยวิธีการนี้สามารถสร้างความสะดวกในการจัดการเวลาฟอกเลือดแก่ผู้ป่วย ลดความไม่จำเป็นในการเดินทางออกไปศูนย์ฟอกเลือดหรือโรงพยาบาล และประโยชน์ที่สำคัญอีกด้าน คือการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมที่บ้านเป็นวิธีที่เอื้อต่อการฟอกเลือดชนิด intensive hemodialysis หากแพทย์คัดเลือกและดูแลผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม จะสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ทางคลินิกที่ดีขึ้นได้ ทั้งนี้ผู้ป่วยควรได้รับแนะนำถึงประโยชน์และผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ป่วยไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายที่จะเข้ารับการรักษาบำบัดทดแทนไตเพื่อผลลัพธ์ในการดูแลผู้ป่วยให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Collaboration GBDCKD. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2020;395(10225):709–33. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30045-3.
2. Daugirdas JT, Blake PG, Ing TS. *Handbook of dialysis*. Fifth edition. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. xviii, 826 pages p.
3. Blagg CR. A brief history of home hemodialysis. *Adv Ren Replace Ther* 1996;3(2):99–105. doi: 10.1016/s1073-4449(96)80048-3.
4. System USRD. 2022 USRDS annual data report: Epidemiology of kidney disease in the United States. Bethesda, MD; 2022.
5. Stel VS, de Jong RW, Kramer A, Andrushev AM, Baltar JM, Barbullushi M, et al. Supplemented ERA-EDTA Registry data evaluated the frequency of dialysis, kidney transplantation, and comprehensive conservative management for patients with kidney failure in Europe. *Kidney Int* 2021;100(1):182–95. doi: 10.1016/j.kint.2020.12.010.
6. Masakane I, Hanafusa N, Kita T, Maeda K. Recent Trends in Home Hemodialysis Therapy in Japan. *Contrib Nephrol* 2017;189:54–60. doi: 10.1159/000450671.
7. (ANZDATA) AaNZDaTR. ANZDATA 47th Annual Report 2024. 2024.
8. Thailand NSo. Annual Report Thailand Renal Replacement Therapy 2022. 2023.
9. Lockridge R, Cornelis T, Van Eps C. Prescriptions for home hemodialysis. *Hemodial Int* 2015;19 Suppl 1:S112–27. doi: 10.1111/hdi.12279.
10. National Kidney F. KDOQI Clinical Practice Guideline for Hemodialysis Adequacy: 2015 update. *Am J Kidney Dis* 2015;66(5):884–930. doi: 10.1053/j.ajkd.2015.07.015.
11. Perl J, Brown EA, Chan CT, Couchoud C, Davies SJ, Kazancioglu R, et al. Home dialysis: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney Int* 2023;103(5):842–58. doi: 10.1016/j.kint.2023.01.006.
12. Tennankore K, Nadeau-Fredette AC, Chan CT. Intensified home hemodialysis: clinical benefits, risks and target populations. *Nephrol Dial Transplant* 2014;29(7):1342–9. doi: 10.1093/ndt/gft383.
13. Rivara MB, Soohoo M, Streja E, Molnar MZ, Rhee CM, Cheung AK, et al. Association of Vascular Access Type with Mortality, Hospitalization, and Transfer to In-Center Hemodialysis in Patients Undergoing Home Hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2016;11(2):298–307. doi: 10.2215/CJN.06570615.
14. Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am J Kidney Dis* 2020;75(4 Suppl 2):S1–S164. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.12.001.
15. Perl J, Chan CT. Home hemodialysis, daily hemodialysis, and nocturnal hemodialysis: Core Curriculum 2009. *Am J Kidney Dis* 2009;54(6):1171–84. doi: 10.1053/j.ajkd.2009.06.038.
16. El Shamy O, Abra G, Chan C. Patient-Centered Home Hemodialysis: Approaches and Prescription. *Clin J Am Soc Nephrol* 2024;19(4):517–24. doi: 10.2215/CJN.0000000000000292.
17. Bieber SD, Young BA. Home Hemodialysis: Core Curriculum 2021. *Am J Kidney Dis* 2021;78(6):876–85. doi: 10.1053/j.ajkd.2021.01.025.
18. Glickman JD, Teitelbaum I, Golper TA. Prescribing Home Hemodialysis. *Adv Chronic Kidney Dis* 2021;28(2):157–63. doi: 10.1053/j.ackd.2020.09.002.
19. Watson PE, Watson ID, Batt RD. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1980;33(1):27–39. doi: 10.1093/ajcn/33.1.27.
20. Flythe JE, Chang TI, Gallagher MP, Lindley E, Madero M, Sarafidis PA, et al. Blood pressure and volume management in dialysis: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney Int* 2020;97(5):861–76. doi: 10.1016/j.kint.2020.01.046.

21. Fagugli RM, Reboldi G, Quintaliani G, Pasini P, Cio G, Cicconi B, et al. Short daily hemodialysis: blood pressure control and left ventricular mass reduction in hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2001;38(2):371–6. doi: 10.1053/ajkd.2001.26103.
22. Rocco MV, Lockridge RS, Jr., Beck GJ, Eggers PW, Gassman JJ, Greene T, et al. The effects of frequent nocturnal home hemodialysis: the Frequent Hemodialysis Network Nocturnal Trial. *Kidney Int* 2011;80(10):1080–91. doi: 10.1038/ki.2011.213.
23. Culleton BF, Walsh M, Klarenbach SW, Mortis G, Scott-Douglas N, Quinn RR, et al. Effect of frequent nocturnal hemodialysis vs conventional hemodialysis on left ventricular mass and quality of life: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007;298(11):1291–9. doi: 10.1001/jama.298.11.1291.
24. Group FHNT, Chertow GM, Levin NW, Beck GJ, Depner TA, Eggers PW, et al. In-center hemodialysis six times per week versus three times per week. *N Engl J Med* 2010;363(24):2287–300. doi: 10.1056/NEJMoa1001593.
25. Weinhandl ED, Nieman KM, Gilbertson DT, Collins AJ. Hospitalization in daily home hemodialysis and matched thrice-weekly in-center hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2015;65(1):98–108. doi: 10.1053/j.ajkd.2014.06.015.
26. Perl J, Thomas D, Tang Y, Yeung A, Ip J, Oliver MJ, et al. COVID-19 among Adults Receiving Home versus In-Center Dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2021;16(9):1410–2. doi: 10.2215/CJN.04170321.
27. Johansen KL, Zhang R, Huang Y, Chen SC, Blagg CR, Goldfarb-Rumyantzev AS, et al. Survival and hospitalization among patients using nocturnal and short daily compared to conventional hemodialysis: a USRD study. *Kidney Int* 2009;76(9):984–90. doi: 10.1038/ki.2009.291.
28. Cheetham MS, Ethier I, Krishnasamy R, Cho Y, Palmer SC, Johnson DW, et al. Home versus in-centre haemodialysis for people with kidney failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2024;4(4):CD009535. doi: 10.1002/14651858.CD009535.pub3.
29. Suri RS, Larive B, Sherer S, Eggers P, Gassman J, James SH, et al. Risk of vascular access complications with frequent hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2013;24(3):498–505. doi: 10.1681/ASN.2012060595.
30. Daugirdas JT, Greene T, Rocco MV, Kaysen GA, Depner TA, Levin NW, et al. Effect of frequent hemodialysis on residual kidney function. *Kidney Int* 2013;83(5):949–58. doi: 10.1038/ki.2012.457.
31. Jacquet S, Trinh E. The Potential Burden of Home Dialysis on Patients and Caregivers: A Narrative Review. *Can J Kidney Health Dis* 2019;6:2054358119893335. doi: 10.1177/2054358119893335.
32. Suri RS, Larive B, Hall Y, Kimmel PL, Klinger AS, Levin N, et al. Effects of frequent hemodialysis on perceived caregiver burden in the Frequent Hemodialysis Network trials. *Clin J Am Soc Nephrol* 2014;9(5):936–42. doi: 10.2215/CJN.07170713.
33. Walker RC, Hanson CS, Palmer SC, Howard K, Morton RL, Marshall MR, et al. Patient and caregiver perspectives on home hemodialysis: a systematic review. *Am J Kidney Dis* 2015;65(3):451–63. doi: 10.1053/j.ajkd.2014.10.020.
34. Abra GE, Weinhandl ED, Hussein WF. Setting Up Home Dialysis Programs: Now and in the Future. *Clin J Am Soc Nephrol* 2023;18(11):1490–6. doi: 10.2215/CJN.0000000000000284.
35. Floege JF, John; Johnson, Richard J. *Comprehensive Nephrology*. 7th edition ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2023.
36. Barua M, Hladunewich M, Keunen J, Pierratos A, McFarlane P, Sood M, et al. Successful pregnancies on nocturnal home hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008;3(2):392–6. doi: 10.2215/CJN.04110907.
37. Hladunewich MA, Hou S, Odutayo A, Cornelis T, Pierratos A, Goldstein M, et al. Intensive hemodialysis associates with improved pregnancy outcomes: a Canadian and United States cohort comparison. *J Am Soc Nephrol* 2014;25(5):1103–9. doi: 10.1681/ASN.2013080825.
38. Leduc V, Ficheux M, Bechade C, Dreyfus M, Lobbedez T, Henri P. Pregnancy on short-daily home hemodialysis using low dialysate flow rate: A new hope for the end-stage renal disease patients. *Hemodial Int* 2018;22(2):161–7. doi: 10.1111/hdi.12590.
39. Brahmabhatt Y, Ikeme A, Bhogal N, Berghella V. Successful Pregnancy Using the NxStage Home Hemodialysis System. *Case Rep Nephrol* 2016;2016:1358625. doi: 10.1155/2016/1358625.